

赣南上围地区控矿断裂特征与铀成矿关系

党飞鹏, 樊哲强, 李志鹏, 陈黎明, 蔡昌华, 黄超, 陈欣

DANG Feipeng, FAN Zheqing, LI Zhipeng, CHEN Liming, CAI Changhua,
HUANG Chao, CHEN Xin

核工业二七〇研究所, 江西 南昌 330200

No. 270 Research Institute, CNNC, Nanchang 330200, Jiangxi, China

摘要:位于江西省龙南县上围地区出露的燕山期花岗质复式岩体明显受北东向马屎山硅化断裂带和鹅形石英断裂夹持控制,是有利的产铀岩体,已探明291铀矿床和292矿点。岩体内断裂作用强烈,热液蚀变和铀矿化现象普遍。经地质调查,在岩体内识别出北东向断裂6条和北北东向断裂11条及若干北西—北西西向断裂。其中,北东向断裂主要包括岩体西部的硅化带和东部的石英断裂;北北东向断裂主要包括岩体东部的蚀变碎裂岩带和西部硅化破碎带;北西—北西西向断裂多被中基性岩脉充填,主要包括501~504号脉。北北东向断裂与铀成矿关系最密切,是容矿断裂。断裂的规模和产状控制了铀矿体的空间分布和展布形态,断裂性质控制了铀矿化类型,断裂变形程度控制铀矿化蚀变分带,断裂与中基性岩脉复合控制了富铀矿体的产出形态。

关键词:容矿断裂;控矿断裂;构造特征;铀矿床;赣南

中图分类号:P619.14 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2019)08-1344-08

Dang F P, Fan Z Q, Li Z P, Chen L M, Cai C H, Huang C, Chen X. The characteristics of ore-controlling fault and its relationship to uranium mineralization in Shangwei area, Southern Jiangxi Province. *Geological Bulletin of China*, 2019, 38 (8):1344-1351

Abstract: Shangwei area is in southernmost Longnan County, Jiangxi Province. The Yanshanian Shangwei granite complex pluton is strictly controlled by NE-trending Mashishan fault zone and Exing fault and occurs in the NE-trending oval form. It is a uranium-bearing granite body, where there exist known uranium deposit No. 291 and No. 292 uranium ore spot. Due to strong faulting, alterations and mineralizations are abundant in main fault belts. Geological survey reveals that the fracture tectonic system in Shangwei area is mainly formed by 6 NE-trending faults, 11 NNE-trending faults and some NW-NWW trending faults. The NE- and NNE-trending faults include silicified fault (QF₃, QF₄), quartz fault (QF₇~QF₉), silicified fractured fault (QF₁, QF₂, QF₅ and QF₆) and altered cataclastic fault (F₁, F₂, F₃ and F₇). The NW-trending fault is usually filled with intermediate basic veins (501~504). NNE-trending faults are intimately related to uranium mineralization, and are thus the main ore-bearing faults. Uranium orebody occurs within the NNE-trending faults and bears a close relation to silicified breccia and cataclastic altered rock. The attitude of NNE-trending fault controls the dip of the orebody, its property controls the mineralization types, the deformation behaviour controls the horizontal zoning characteristics of mineralization and alternation, and the fault and the veins obviously control the shape of rich uranium orebody.

Key words: ore-bearing fault; ore-controlling fault; structural characteristics; uranium deposit; southern Jiangxi Province

“硬岩型”铀矿床按照赋矿围岩的不同分为火山岩型和花岗岩型,后者指与花岗质侵入岩体有紧密空间关系和成因联系的热液铀矿床,一般产于岩体内部或岩体外接触带不远的范围内^[1]。花岗岩

收稿日期:2017-02-09;修订日期:2018-05-10

资助项目:中国地质调查局项目《桃山—诸广成矿带北段大王山—于山地区铀矿资源远景调查》(编号:12120115016701)、中国核工业地质局项目《江西省龙南县上围地区铀矿资源调查评价》(编号:201472)、《鹿井及邻区铀矿资源调查评价与勘查》(编号:201930)和《相山铀矿田典型矿床控矿因素分析与找矿预测评价》(编号:201920-9)

作者简介:党飞鹏(1986-),男,硕士,工程师,从事铀矿地质找矿勘查与研究。E-mail:feipengdang@163.com

型铀矿床在中国分布广泛、类型多,是重要的铀矿床类型。在华南铀成矿省,产铀花岗岩岩体的形成时代以印支期和燕山期为主,铀成矿作用主要发生在燕山晚期—喜马拉雅期,赋矿围岩多数是复式岩体的过渡相(粗中粒斑状花岗岩)^[2-9]。印支期和燕山期花岗岩是铀成矿的铀源、热源和赋矿围岩^[10]。但与铀成矿成因关系更密切的则是燕山晚期—喜马拉雅期伸展断裂活动和热液蚀变交代作用^[11,11]。断裂活动可促使铀源体或铀源层中U元素活化迁移,并为富铀热流体的运移、聚集和成矿元素的卸载、沉淀提供通道和场所^[10]。构造是铀成矿的主控矿因素之一,硬岩型铀矿(化)体几乎都分布在一定的断裂或破碎构造中^[11,6-7]。那么,矿床范围内构造对铀成矿的具体控制有哪些方面,对铀矿化类型及矿体的规模、

形态、产状、倾伏/侧伏等是否存在规律性的控制。本文在调查研究赣南上围地区构造特征的基础上,简述不同断裂的规模、产状、充填物、矿化蚀变等构造属性,从不同层次断裂控岩控矿的角度,浅析断裂与铀矿体的空间关系和成因联系,以期对研究区下一步地质找矿工作提供线索和帮助。

1 研究区地质条件

研究区位于江西省龙南县最南端,区域上处于闽赣后加里东隆起西南缘与湘桂粤海西-印支凹陷带的交会部位。区内上围岩体为燕山期花岗质复式岩体,呈北东向椭圆状展布,是南岭花岗岩带南亚带贵东(-上围)-白沙-大坝近东西向花岗岩带的组成部位^[12](图 1-a)。岩体以发育燕山早期第

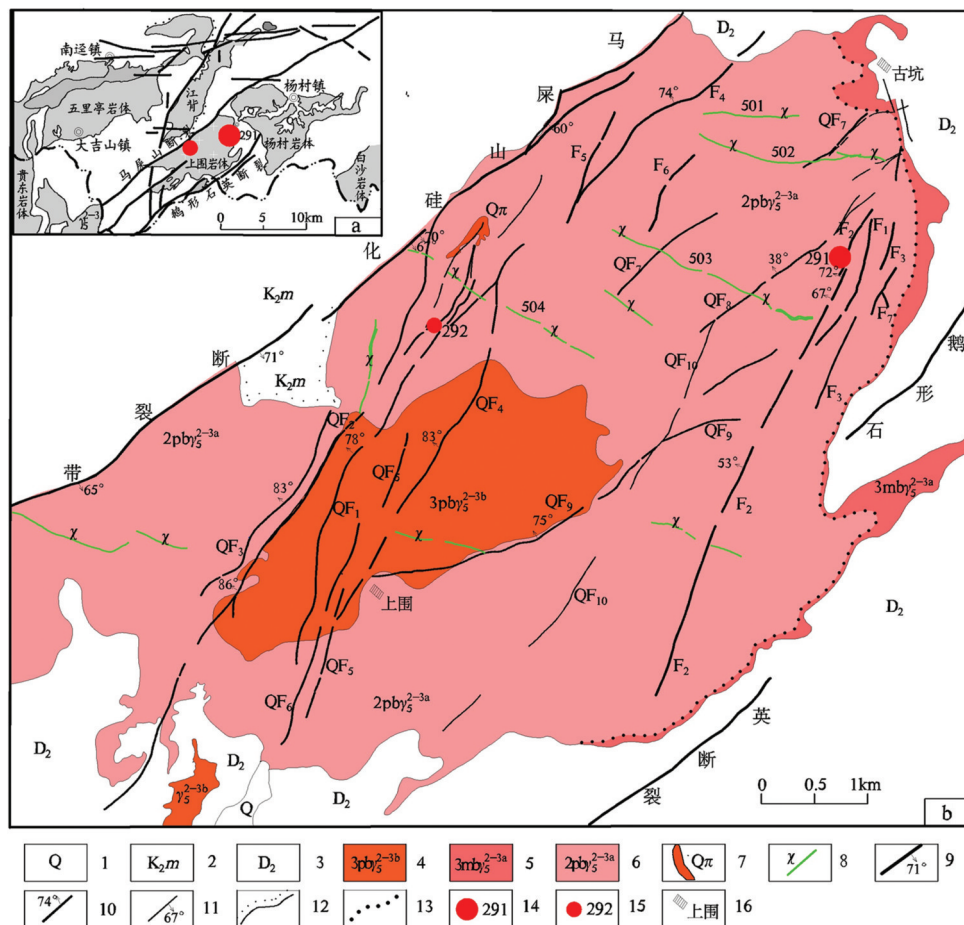


图 1 上围地区铀矿地质简图

Fig. 1 Sketch geological map of uranium deposits in Shangwei area

- 1—第四系;2—上白垩统茅店组;3—中泥盆统;4—燕山早期第三阶段第二次细粒斑状黑云母花岗岩;
- 5—燕山早期第三阶段第一次细粒二云母花岗岩;6—燕山早期第三阶段第一次中粒斑状黑云母花岗岩;7—石英斑岩;8—中基性岩脉;
- 9—区域大断裂;10—主干断裂;11—次级断裂;12—不整合界线;13—岩相界线;14—291 铀矿床;15—292 铀矿点;16—村镇

三阶段中粒斑状黑云母花岗岩(U-Pb 年龄为 157.9Ma, 内部资料)、细粒斑状黑云母花岗岩和燕山晚期细粒二云母花岗岩、煌斑岩、辉绿岩、石英斑岩等岩枝、岩脉为特征(图 1-b)。主体 U 含量高, 一般为 $3.66 \times 10^{-6} \sim 22.12 \times 10^{-6}$, 最高达 37.27×10^{-6} , Th/U 值为 5.21 ~ 7.19, 可为铀成矿提供丰富的铀源。燕山晚期补体和中基性岩脉分布广泛, 表明岩体主体形成后区内仍有强烈的中酸性岩浆活动, 并有幔源物质的加入^[13], 这不仅利于主体内 U 元素的活化析出, 还利于富铀热流体的形以及成矿流体内 U 元素的卸载、沉淀^[10]。岩体周缘仅有震旦系、泥盆系和白垩系分布, 第四系冲积层仅在岩体内沿沟谷发育(图 1-b)。中泥盆统罗垵组、中棚组和云山组主要出露于岩体北东缘、东缘、南西缘, 是一套长石石英砂岩、灰岩、砂页岩互层的复理石建造。上白垩统茅店组分布于岩体北西缘, 为一套陆相、河湖相红色粗碎屑岩磨拉石建造, 是燕山晚期—喜马拉雅期北东向马屎山断裂在伸展—拉张构造环境下其北西盘快速下滑的产物^[14]。

研究区处于北东向桃山—诸广花岗岩型铀成矿带南端, 紧邻下庄铀矿田。华南地区在中新生代存在 4 个构造演化阶段^[12,15]: 基底期, 处于古亚洲—特提斯构造域, 以早—中三叠世强烈的山体隆升、构造变形和侧向增生作用为主; 后造山期, 以晚三叠世—早侏罗世(燕山早期)陆相磨拉石建造和花岗岩岩体形成为主; 过渡期, 表现为中侏罗世裂谷盆地的形成; 伸展期, 受太平洋洋壳板块俯冲的远程影响, 主要形成晚侏罗世—早白垩世岩浆断陷盆地和晚白垩世—古近纪陆内伸展断陷盆地。在伸展期多阶段伸展拉张的应力背景下, 不仅产铀岩体严格受区域性断裂控制, 还在岩体内为铀矿床的形成创造了有利的成矿地质条件^[8,16], 在岩体内及外带产出了铀矿床和矿点、矿化点^[11,17]。上围地区已落实的 291 铀矿床位于岩体东北部(图 1-b), 属碎裂蚀变岩型, 铀矿体主要储存于北北东向 F₁、F₂ 碎裂蚀变岩带中; 292 铀矿点位于岩体中西部(图 1-b), 属硅化破碎带型, 铀矿(化)体主要储存于北北东向 QF₁、QF₂ 硅化破碎带中, 在硅化破碎带与中基性岩脉复合部位往往产出既富且大的富铀矿体。

2 断裂的分布与特征

2.1 空间分布

受北东向马屎山硅化断裂带和鹅形石英断裂

夹持作用影响, 岩体内断裂活动强烈, 展布方向主要有北东向、北北东向和北西—北西西向(表 1)。北东向断裂主要有 6 条, QF₃、QF₄ 硅化带和 F₄ 蚀变碎裂岩带, 展布于岩体西部和北部, 以及 QF₇、QF₈、QF₉ 三条石英断裂分布于岩体东部(图 1-b)。北北东向断裂主要有 11 条, 包括 QF₁、QF₂、QF₅、QF₆ 四条硅化破碎带和 F₅、F₆ 蚀变碎裂岩带展布于岩体西部和北部, 以及 F₁、F₂、F₃、F₇ 四条蚀变碎裂岩带和 QF₁₀ 石英断裂分布于岩体东部。其中, 北北东向 F₁、F₂ 和 QF₁、QF₂ 分别是 291 铀矿床和 292 铀矿点的容矿断裂。北西—北西西向断裂主要有 4 条, 由北向南依次为 501、502、503、504 号, 规模不等, 大致以 1 ~ 1.5km 等间距展布。

2.2 主要断裂特征

2.2.1 北东向断裂

北东向断裂在岩体西部以 QF₃、QF₄ 硅化带和 F₄ 蚀变碎裂岩带为代表(图 1-b), 属张扭性, 局部具压扭特征, 沿断裂断续见铀异常发育。以 QF₃ 号带为例, 该带长约 2.4km, 宽 1 ~ 13m, 走向 40° ~ 53°, 倾向南东(局部北西), 倾角 70° ~ 83°, 带内岩石较破碎, 原岩为中粗粒斑状黑云母花岗岩, 裂隙发育, 沿裂隙多充填灰白色石英—硅质脉、灰色—浅红褐色硅质脉, 局部和边缘可见白色梳状粗晶石英脉充填, 单脉宽 5 ~ 25cm, 属张扭性断裂。在岩石破碎较强烈和浅红褐色硅质脉密集发育部位往往见单点状和带状铀异常($eU > 120 \times 10^{-6}$), 并伴有褐铁矿化、赤铁矿化等近矿热液蚀变, 明显受裂隙控制。

北东向断裂在岩体东部以 QF₇、QF₈、QF₉ 三条石英断裂为代表, 属张性、张扭性断裂, 具控岩控矿的双重特征, 未见明显铀异常。其中 QF₉ 规模最大, 断续延长 4 ~ 6km, 宽 3 ~ 20m, 走向 50° ~ 60°, 倾向北西, 倾角 70° ~ 80°, 带内由白色块状石英大脉和硅化碎裂岩组成, 属张扭性断裂, 限定了岩体中心相的东缘和其东侧北北东向断裂的分布和产状(图 1-b)。QF₇ 号带, 长 1.8 ~ 3km, 宽 1 ~ 20m, 走向 50°, 倾向北西, 倾角 55° ~ 80°, 带内发育白色块状石英大脉、碎裂岩, 见少量破碎角砾和透镜状闪斜煌斑岩, 属张扭性断裂, 局部显示压扭性特征。

2.2.2 北北东向断裂

北东向断裂的发生和发展, 直接影响北北东向容矿断裂的空间展布。受北东向马屎山硅化断裂带和 QF₃、QF₄ 硅化带夹持影响, 北北东向断裂在岩

表 1 上围地区地质构造特征

Table 1 The geological tectonic characteristics of Shangwei area

构造方向	序号	构造名称	长度/m	宽度/m	走向	倾向	倾角	构造性质
近东西向	1	501 号带	2.2	1~6	278°	北东	50°~70°	张性断裂,以不规则中基性岩脉充填为主,可见原生锯齿状结构面,呈灰绿色,局部片理化和褪色蚀变,有轴异常增高反映
	2	502 号带	2.2	6~19	290°	南西	70°	张性断裂,可见原生阶步结构面,两侧有不规则裂隙,局部有分支复合现象,煌斑岩充填为主。
北东向	3	马屎山硅化断裂带	40~60	10~40	50°~60°	南东	60°~80°	压扭性,右行,早期具张性,由硅化岩及石英脉组成,具多期性和继承性
	4	鹅形石英断裂	25~35	10±	45°~55°	南东	65°~80°	压扭性,早期具张扭性,由白色石英-硅质脉、灰色-浅红褐色硅质脉、白色梳状石英脉组成,具多期性和继承性,有轴异常反应。
	5	QF ₃ 断裂	2.4	1~13	45°~53°	南东	70°~83°	张扭性,由白色石英脉、破碎岩,少见破碎角砾岩及透镜状的闪斜煌斑岩组成
	6	QF ₅ 断裂	1.8~3	1~20	50°	北西	55°~80°	张扭性,右行扭动,由白色石英脉、破碎岩,少见破碎角砾岩及透镜状的闪斜煌斑岩组成
	7	QF ₈ 断裂	2~3	3~10	50°	北西	70°	张扭性,由白色石英脉、破碎岩组成,构造的继承性较差
	8	QF ₉ 断裂	4~6	3~20	60°	北西	80°	张扭性,由白色石英脉、硅化碎裂岩组成,构造的继承性较好
	9	F ₄ 断裂	0.6~1.5	1~8	50°	北西	60°	张扭性及压扭性,由白色石英脉和碎裂岩带组成,带内有铀矿化反映,构造继承性较好,具北东向—北北东向断裂活动的双重性质
	10	QF ₁ 断裂	4~6	5~15	28°	南东	80°	压扭性,左行,由硅化碎裂岩、糜棱岩、少量白色石英脉组成,构造的继承性较好,有铀矿化
	11	QF ₂ 断裂	3~5	1~10	20°~30°	南东	65°	压扭性,左行扭动,由硅化碎裂岩、破碎岩、角砾岩及挤压糜棱岩组成,有铀矿体赋存
北北东向	12	F ₂ 断裂	4~8	1~15	25°	北西	70°	压扭性,左行扭动,由碎裂岩、破碎岩、角砾岩及糜棱岩组成,具继承性,有铀矿体赋存
	11	F ₁ 断裂	0.4~0.8	1~4	0~10°	南东	75°	压扭性,由碎裂岩、破碎岩、角砾岩组成,继承性好,较单一,有铀矿体赋存
	12	F ₃ 断裂	0.8~1.2	1~10	20°~30°	南东	50°~70°	压扭性,由碎裂岩、破碎岩组成,继承性较差,有铀矿体赋存

体西部以 QF₁、QF₂、QF₅、QF₆ 硅化破碎带和 F₅、F₆ 蚀变碎裂岩带为主,属压扭性断裂,局部具张扭性特征(图 1-b)。该组断裂内铀矿化异常呈连续带状分布,且在向北西—北西西向中基性岩脉复合及夹持部位产出富铀矿体。其中, QF₁ 号带长约 4.5km, 宽 5~15m, 走向 20°~28°, 倾向南东, 倾角 80°, 带内发育硅化带、碎裂岩、灰白色-杂色石英-硅质脉, 属左行压扭性硅化破碎带, 与 504 号中基性岩脉(辉绿岩)斜接复合部位产出 U 平均品位达 0.104%, 地表出露宽 1.40m 的铀矿体(图 2)。 QF₂ 号带长约 5.2km, 宽 2~10m, 走向 20°~30°, 倾向南东, 倾角 65°, 带内发育硅化带、碎裂岩、角砾岩, 局部可见糜棱岩, 其内充填白色-灰白色石英脉、杂色硅质脉, 属左行压扭性硅化破碎带, 与近南北向中基性岩脉重接复合部位亦产出地表铀矿体。

北北东向断裂在岩体东部以 F₁、F₂、F₃、F₇ 蚀变碎裂岩带和 QF₁₀ 石英断裂为代表(图 1-b), 4 条蚀变碎

裂岩带均属压扭性, 挤压变形强烈, 局部见碎粒岩或糜棱岩。该组断裂内铀矿化异常呈连续带状分布, 较之岩体西部铀矿化具有品位高、规模大、产状稳定的特征。其中, F₁ 号带长约 0.8km, 宽 1~4m, 走向 0°~10°, 倾向南东, 倾角 75°, 带内发育碎裂岩、破碎带、角砾岩带, 伴有赤铁矿化、褐铁矿化、水(绢)云母化、绿泥石化等近矿围岩蚀变, 属压扭性蚀变碎裂岩带。 F₂ 号带长约 5.6km, 宽 1~15m(一般 4~6m), 走向 20°~25°, 倾向北西, 倾角 53°~70°, 带内发育碎裂岩、破碎带、角砾岩带及糜棱岩, 伴有赤铁矿化、褐铁矿化、水(绢)云母化、绿泥石化等近矿围岩蚀变, 并有方解石细脉沿裂隙充填, 是压扭性蚀变碎裂岩带。该带展布于中粒黑云母花岗岩内, 平行或斜切细(微)粒花岗岩脉、伟晶岩脉及中基性岩脉, 在复合部位产出规模较大的铀矿体(图 3)。

2.2.3 北西—北西西向断裂

北西—北西西向断裂以张性和张扭性为主, 结

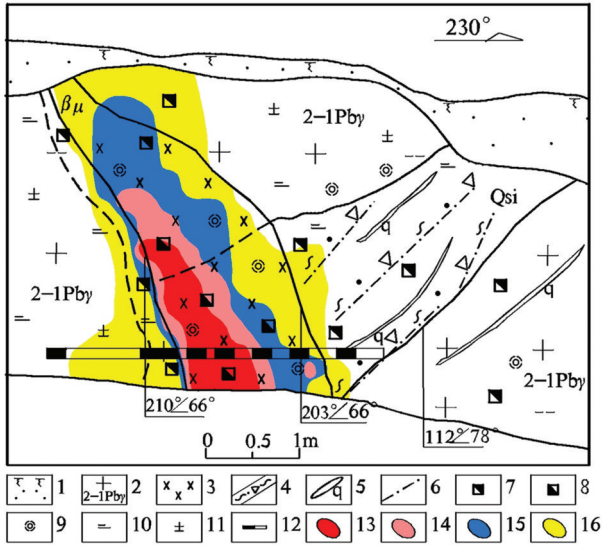


图2 QF₁断裂与辉绿岩脉斜接复合及铀矿化分布示意图
 Fig. 2 The diagram of the relationship between QF₁ fault and diabase dyke, and distribution of uranium mineralization
 1—第四系腐殖层; 2—中粗粒斑状黑云母花岗岩; 3—辉绿岩;
 4—硅化破碎带; 5—石英-硅质脉; 6—裂隙; 7—赤铁矿化; 8—褐铁矿化;
 9—硅化; 10—水云母化; 11—高岭土化; 12—取样位置;
 13—eU > 1000×10⁻⁶; 14—eU=500×10⁻⁶~1000×10⁻⁶;
 15—eU=300×10⁻⁶~500×10⁻⁶; 16—eU=100×10⁻⁶~300×10⁻⁶

构面呈锯齿状,形态复杂,变化大,多数被中基性岩脉充填,岩石类型以辉绿岩、辉绿玢岩和斜闪煌斑岩为主,由北向南依次有501、502、503、504号脉,规模较小(图1-b)。该组岩脉裸露宽度为1~6m,地表断续出露长约2km,整体走向280°,倾向北东(南西),倾角50°~70°,在被北北东向容矿断裂斜接、重接复合部位见规模较大的富铀矿体。

3 断裂与铀成矿

断裂是研究区铀成矿的主成矿要素,与补体、脉岩和热液蚀变联合控矿。断裂不仅表现为与铀成矿关系密切的脉岩沿其充填侵入,为成矿丰富的热源和流体来源,还表现为在断裂活化的压性、扭性应力作用过程中,改变断裂内及其附近岩石的形态特征和空间结构,为进一步水岩交代作用和成矿流体中物质的代入、代出提供有利的物理化学条件和场所,总体上控制铀矿床、矿(化)点的形成和空间分布,亦控制着铀矿体的空间展布、矿化类型和矿化蚀变带^[18-21]。

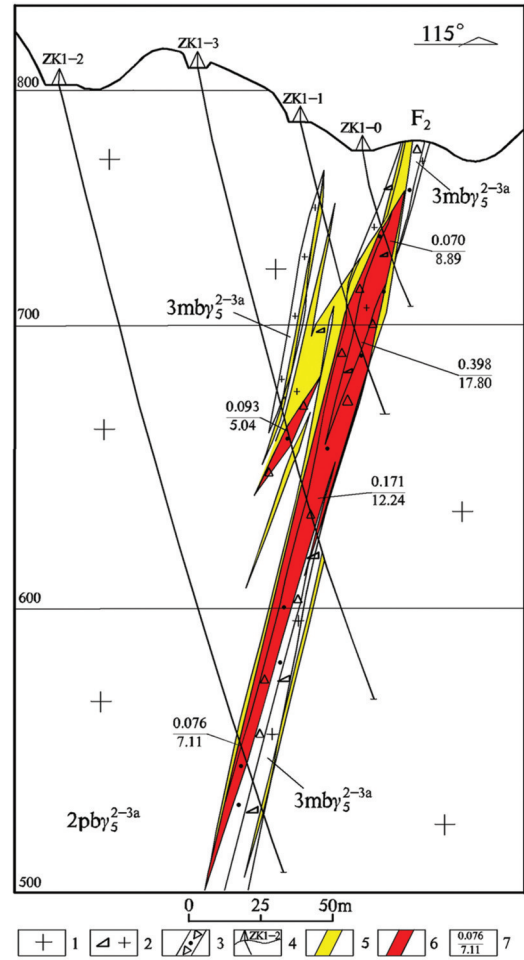


图3 291矿床1号勘探线剖面示意图(地层代号注释同图1)
 Fig.3 Cross-section along No. 1 exploration line of the deposit No.291

1—中粒斑状黑云母花岗岩; 2—碎裂花岗岩; 3—破碎带; 4—钻孔;
 5—铀异常段; 6—铀工业矿段; 7—矿段平均品位、厚度

3.1 断裂的规模和产状控制铀矿体的空间分布和展布形态

对矿脉的构造叠加晕研究可应用于矿脉的深部预测^[22]。地质体的构造变形和变质过程也明显地反映在岩石地球化学分布特征上^[23]。在放射性矿产找矿勘查中,成矿地质体中铀、钍、钾及其上覆土壤中氡及其子体的含量分布特征能较好地推断出隐伏铀矿体的分布和展布形态。研究区地面伽玛能谱场晕和土壤氡场晕特征显示,伽玛能谱eU含量高场-异常场、土壤氡高场-异常场、钍铀比小于4的场晕及K含量偏高场发育,主要呈孤岛状、岛链状分布于北东向断裂之间,且其长轴方向近平行于

北东向断裂。研究区西部北东向马屎山断裂带、 QF_3 和 QF_4 断裂的夹持部位发育的上述4种放射性高场-异常场均呈岛链状、带状分布,且叠合性较好,更是与北北东向 QF_1 和 QF_2 断裂中储存的硅化破碎带型铀矿(化)体显示较好的空间吻合性。依据前人钻孔资料,在垂向上和水平方向,铀矿体均受北北东向硅化破碎带、蚀变碎裂岩带限制,与其产状一致,多呈透镜状、板状,并伴随断裂膨大收缩、分支复合矿体也发生变化,沿走向、倾向延伸较稳定(图3)。

3.2 断裂的性质控制铀矿化类型

北北东向断裂是研究区的容矿断裂,分为蚀变碎裂岩带和硅化破碎带2类,延伸长、规模大,近矿围岩蚀变发育。地质调查表明,北北东向容矿断裂的性质决定了其内铀矿体的矿化类型。如在岩体东部,已探明的291铀矿床主要容矿断裂有3条,即 F_1 、 F_2 和 F_3 ,均为蚀变碎裂岩带,属压扭性,局部具张扭性特征。这些压扭性蚀变碎裂岩带内产出铀矿体的矿石类型为沥青铀矿-赤铁矿化-粘土化-碳酸盐化混合型,属碎裂蚀变岩型铀矿化。铀矿化以细脉浸染状为主,矿体规模较大,品位较富。而在岩体西部,已探明的292矿点容矿断裂为 QF_1 、 QF_2 ,均为硅化破碎带,属压扭性。这些压扭性硅化破碎带内产出铀矿体的矿石类型为沥青铀矿-赤铁矿化-硅化混合型,属硅化破碎带型铀矿化。铀矿化以脉状充填为主,矿体规模较小,仅在与中基性岩脉复合部位见富铀矿体。

3.3 断裂的变形程度控制铀矿化蚀变分带

实测剖面和前人钻孔资料显示:垂向上,由深到浅断裂内的铀矿物由沥青铀矿-萤石→沥青铀矿→次生铀矿物,近矿围岩蚀变也由硅化、黄铁矿化、萤石化→黄铁矿化、赤铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化→赤铁矿化、高岭土化、绢云母化、粘土化,即分别以硅化、萤石化→碳酸盐化→粘土化为显著特征区别。水平方向上,由断裂中心较强变形向两侧弱变形,铀矿化强度也渐次减弱,热液蚀变也由呈暗色的赤铁矿化、强绿泥石化、弱硅化、绢云母化、强粘土化、玫瑰色方解石→弱赤铁矿化、绿泥石化、粘土化、少量玫瑰色方解石→白色方解石细脉、弱绿泥石化,特征蚀变方解石由玫瑰红渐变为白色,粘土化也由强烈渐变为中等-弱再到正常围岩。所以,在垂向上和水平方向均表现有“岩石变形程度

控制矿化蚀变分带”的特征。

3.4 北西-北西西向断裂往往产出富铀矿体

北西-北西西向张性、张扭性断裂多被中基性岩脉充填。与铀矿体相关的中基性岩脉普遍遭受了成矿期构造作用,表现为张性、张扭性破碎,岩石类型以辉绿岩、辉绿玢岩和斜闪煌斑岩为主,可见赤铁矿呈分散分布,黄铁矿、褐铁矿主要沿微裂隙分布。

中基性岩脉与北北东向容矿断裂的复合部位(斜接、重接、反接)往往产出富铀矿体。铀矿化范围受两者联合控制,在复合部位产出富铀矿体,远离复合部位矿化强度逐渐变弱,但从整条容矿断裂看,铀矿化异常主要沿北北东向断裂分布,只是在复合部位矿化程度增强,形成富铀矿体,说明中基性岩脉为铀成矿提供了有利的地球化学障,是富铀热流体中成矿元素卸载、沉淀的有利矿化剂和还原剂,进而控制了铀矿体的空间展布形态(图2)。

3.5 北北东向容矿断裂的活动阶段

根据野外观察和室内资料分析,北北东向断裂表现为活动期次多、活动时间长的特点,充填物复杂,至少经历了6次构造活动。其中,以充填微粒花岗岩、硅化角砾岩和粘土化碎裂岩3次断裂活动与铀成矿关系最密切。以岩体东部北北东向 F_2 断裂为例,该断裂是291铀矿床主容矿断裂,依次经历了张扭性→压扭性→扭性→压性4次构造活动。

第一次构造活动,以张扭作用为主,断裂内发育大小不等、分布杂乱的构造角砾(图4)。结构面粗糙不平,局部呈锯齿状(图5)。本次构造活动使断裂两侧岩石普遍发生碎裂,为后阶段热液活动创造了良好的运移通道和活动空间。

第二次以压扭作用为主,断裂边缘岩石受强挤压应力变形,形成片理化带,并使早期角砾再次遭受构造破碎,形成磨圆度较好、定向排列的碎粒岩,伴有赤铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化和铀矿化(图5)。

第三次构造活动是继第二次之后又一次以扭性为主构造活动,主要表现为前两次构造活动产生的碎裂岩、角砾被进一步挤压变形、重新排列,矿物定向拉长,形成含角砾的糜棱岩带(图6),并伴有碳酸盐化、沥青铀矿的产出。当第三次与第二次构造活动复合叠加时,铀矿化规模和品位最好。

第四次为矿后期活动,断裂的局部见构造擦

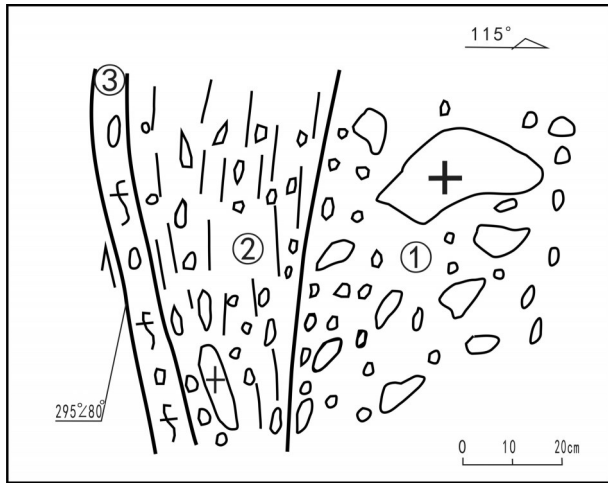


图4 F₂断裂断面示意图

Fig. 4 The diagrammatic section of F₂ fault

①—张性角砾岩;②—压扭性角砾岩;③—压性或压扭性水平运动

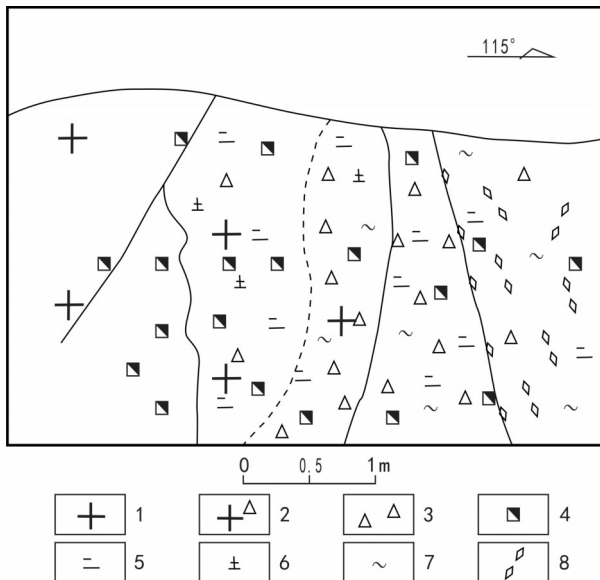


图5 F₂断裂断面示意图

Fig. 5 The diagrammatic section of F₂ fault

1—中粒花岗岩;2—花岗碎裂岩;3—蚀变破碎带;
4—赤铁矿化;5—绢云母化;6—高岭土化;
7—绿泥石化;8—方解石细脉,碳酸盐化

痕,断距不大,矿体未发生明显错动。

4 结论

(1)北东向断裂活动造就了研究区主体构造格架。受北东向马屎山硅化断裂带和鹅形石英断裂带夹持作用影响,岩体呈两端窄中间宽的岩株状产出。

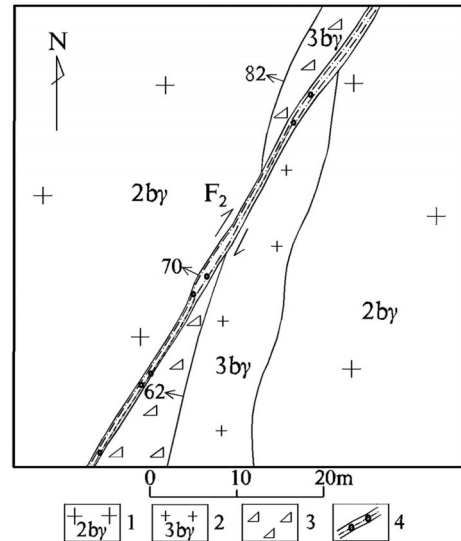


图6 F₂与细粒花岗岩岩脉关系示意图

Fig. 6 The diagram of the relationship between F₂ fault and fine granitic dyke

1—中粒黑云母花岗岩;2—细粒黑云母花岗岩;3—蚀变破碎带;4—花岗质初糜棱岩

(2)岩体内北东向断裂以张扭性为主,是控岩控矿断裂。北北东向断裂为压性-压扭性,是容矿断裂,带内脆性变形和韧性变形均有发育,具有多次活动的特点。

(3)在岩体东部,北北东向断裂以带内充填碎裂岩、碎粉岩、花岗质初糜棱岩和发育粘土化、赤铁矿化、玫瑰色方解石脉、绿泥石化、弱硅化为特征,是291铀矿床的容矿断裂。在岩体西部,北北东向断裂以带内充填硅化角砾岩、碎裂岩、灰白色石英脉和普遍硅化、赤铁矿化、褐铁矿化为特征,是292铀矿点的容矿断裂。

(4)北北东向断裂的规模和产状控制了铀矿体的空间分布和展布形态,断裂性质控制了铀矿化类型,断裂变形程度控制了铀矿化蚀变分带,断裂与中基性岩脉复合控制了富铀矿体的产出形态。当该组断裂第三次与第二次构造活动复合叠加时,铀矿化规模和品位最好。

参考文献

[1]陈振宇,黄国龙,朱捌,等.南岭地区花岗岩型铀矿的特征及其成矿专属性[J].大地构造与成矿学,2014,38(2):264-275.
[2]张祖还,章邦桐.华南产铀花岗岩及有关铀矿床研究[M].北京:原子能出版社,1991:1-258.

- [3]余达淦. 伸展构造与铀成矿作用[J]. 铀矿地质, 1994, 10(3):129-137.
- [4]余达淦. 华南中生代花岗岩型、火山岩型、外接触带型铀矿找矿思路[J]. 铀矿地质, 2001, 17(5): 257-265.
- [5]覃慕陶, 刘师先. 南岭花岗岩型和火山岩型铀矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1998: 1-174.
- [6]杜乐天. 中国热液铀矿床基本成矿规律和一般热液成矿学[M]. 北京: 原子能出版社, 2001: 1-307.
- [7]杜乐天. 中国热液铀矿成矿理论体系[J]. 铀矿地质, 2011, 27(2): 65-69.
- [8]邓平, 舒良树, 谭正中, 等. 南岭中段中生代构造-岩浆活动与铀成矿序列[J]. 铀矿地质, 2002, 18(5):257-263.
- [9]范洪海, 何德宝, 徐浩, 等. 全国花岗岩型铀矿资源潜力评价[J]. 铀矿地质, 2012, 28(6): 335-341.
- [10]邵飞, 许健俊, 毛玉峰, 等. 华南铀成矿省花岗岩型铀矿矿质卸载机制研究[J]. 铀矿地质, 2013, 29(3): 146-151.
- [11]毛景文, 谢桂青, 李晓峰, 等. 华南地区中生代大规模成矿作用与岩石圈多阶段伸展[J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 45-55.
- [12]周新民. 南岭地区晚中生代花岗岩成因与岩石圈动力学演化[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [13]金鑫鏢, 王磊, 向华, 等. 湖南桃江地区印支期辉绿岩成因——地球化学、年代学和 Sr-Nd-Pb 同位素约束[J]. 地质通报, 2017, 36(5):750-760.
- [14]李子颖, 黄志章, 李秀珍, 等. 南岭贵东岩浆岩与铀成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 2010.
- [15]舒良树, 邓平, 王彬, 等. 南雄—诸广地区晚中生代盆地演化的岩石化学、运动学与年代学制约[J]. 铀矿地质, 2004, 34(1):1-13.
- [16]邓平, 舒良树, 谭正中. 贵东大型铀矿聚集区富铀成矿地质条件[J]. 地质论评, 2003, 49(5):486-494.
- [17]华仁民, 陈培荣, 张文兰, 等. 论华南地区中生代 3 次大规模成矿作用[J]. 矿床地质, 2005, 24(2):99-109.
- [18]吕古贤, 郭涛. 胶东金矿集中区构造控岩控矿地质特征研究[J]. 地球学报, 2006, 27(5):471-478.
- [19]吕古贤, 郭涛, 舒斌, 等. 胶东金矿集中区构造体系多层次控矿规律研究[J]. 大地构造与成矿学, 2007, 31(2):193-204.
- [20]吕古贤, 武际春, 崔书学, 等. 胶东玲珑金矿田地质[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 1-685.
- [21]戢兴忠, 陈懋弘, 刘旭, 等. 构造-蚀变填图在贵州泥堡金矿床的初步实践[J]. 地质通报, 2018, 37(2/3):193-204.
- [22]李惠, 李国义, 禹斌, 等. 金矿区深部盲矿预测的构造叠加晕模型及找矿效果[M]. 北京: 地质出版社, 2006: 1-146.
- [23]吴学益. 构造地球化学导论[M]. 贵州: 贵州科学技术出版社, 1998: 1-200.